

**JP2003060609A**

**COMMUNICATION METHOD AND APPARATUS THEREOF**

Publication number : JP2003060609A

Date of publication of application : 28.02.2003

Application number : 2001-244803

Applicant : MITSUBISHI ELECTRIC CORP

Date of filing : 10.08.2001

Inventor : USUI TSUTOMU

**Abstract:**

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To obtain a communication method for achieving excellent propagation path state estimation and the compensation of sufficient reception waveform, and at the same time improving system throughput and transmission power efficiency in radio communication adopting an OFDM modulation/demodulation system.

**SOLUTION:** In the communication method, when the modulation system of each subcarrier is to be changed adaptably in communication using an OFDM modulation/dimodulation system, the number of pilot subcarriers of each subcarrier and electric power are changed according to a modulation system to be applied.

(51) Int.Cl.<sup>7</sup>

識別記号

F I

テマコード\* (参考)

H 0 4 J 11/00

H 0 4 J 11/00

Z 5 K 0 2 2

H 0 4 B 7/26

H 0 4 B 7/26

C 5 K 0 6 7

審査請求 未請求 請求項の数36 O L (全 17 頁)

(21) 出願番号 特願2001-244803(P2001-244803)

(71) 出願人 000006013

三菱電機株式会社

東京都千代田区丸の内二丁目2番3号

(22) 出願日 平成13年8月10日 (2001.8.10)

(72) 発明者 白井 務

東京都千代田区丸の内二丁目2番3号 三

菱電機株式会社内

(74) 代理人 100089118

弁理士 酒井 宏明

Fターム(参考) 5K022 D001 D021 D031

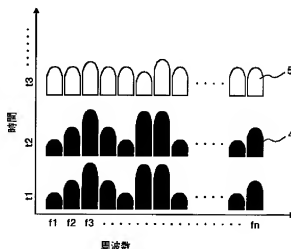
5K067 AA13 B802 B821 H022 H026

(54) 【発明の名称】 通信方法および通信装置

(57) 【要約】

【課題】 OFDM変復調方式を採用する無線通信において、良好な伝搬路状況推定および十分な受信波形の補償を実現しつつ、システムスループットの向上および送信電力効率の向上を実現可能な通信方法を得ること。

【解決手段】 本発明の通信方法にあっては、OFDM変復調方式を用いた通信において各サブキャリアの変調方式を適応的に変更する場合、各サブキャリアのパイロットサブキャリアの数および電力を、適用される変調方式に応じて変更する。







ずれか1つを複数スロット単位に適応的に変更する場合、当該複数スロット単位のパイロットサブキャリア電力を、適用される変調方式、符号化率、情報伝送速度に応じて変更することを特徴とする通信装置。

【請求項30】 マルチキャリア変復調方式を用いて通信を行う通信装置において、変調方式、符号化率、情報伝送速度の中の少なくともいずれか1つを複数スロット単位に適応的に変更する場合、当該複数スロット単位のパイロットサブキャリアの数および電力を、適用される変調方式、符号化率、情報伝送速度に応じて変更することを特徴とする通信装置。

【請求項31】 マルチキャリア変復調方式を用いて通信を行う通信装置において、変調方式、符号化率、情報伝送速度の中の少なくともいずれか1つをフレーム単位に適応的に変更する場合、各フレームのパイロットサブキャリア数を、適用される変調方式、符号化率、情報伝送速度に応じて変更することを特徴とする通信装置。

【請求項32】 マルチキャリア変復調方式を用いて通信を行う通信装置において、変調方式、符号化率、情報伝送速度の中の少なくともいずれか1つをフレーム単位に適応的に変更する場合、各フレームのパイロットサブキャリア電力を、適用される変調方式、符号化率、情報伝送速度に応じて変更することを特徴とする通信装置。

【請求項33】 マルチキャリア変復調方式を用いて通信を行う通信装置において、変調方式、符号化率、情報伝送速度の中の少なくともいずれか1つをフレーム単位に適応的に変更する場合、各フレームのパイロットサブキャリアの数および電力を、適用される変調方式、符号化率、情報伝送速度に応じて変更することを特徴とする通信装置。

【請求項34】 マルチキャリア変復調方式を用いて通信を行う通信装置において、変調方式、符号化率、情報伝送速度の中の少なくともいずれか1つを複数フレーム単位に適応的に変更する場合、当該複数フレーム単位のパイロットサブキャリア数を、適用される変調方式、符号化率、情報伝送速度に応じて変更することを特徴とする通信装置。

【請求項35】 マルチキャリア変復調方式を用いて通信を行う通信装置において、変調方式、符号化率、情報伝送速度の中の少なくともいずれか1つを複数フレーム単位に適応的に変更する場合、当該複数フレーム単位のパイロットサブキャリア電力を、適用される変調方式、符号化率、情報伝送速度に応じて変更することを特徴とする通信装置。

【請求項36】 マルチキャリア変復調方式を用いて通信を行う通信装置において、変調方式、符号化率、情報伝送速度の中の少なくともいずれか1つを複数フレーム単位に適応的に変更する場合、

合、当該複数フレーム単位のパイロットサブキャリアの数および電力を、適用される変調方式、符号化率、情報伝送速度に応じて変更することを特徴とする通信装置。

#### 【発明の詳細な説明】

#### 【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、無線LANや移動体通信システム等の無線通信システムにてデータ通信を行う場合の通信方法に関するものであり、特に、OFDM (Orthogonal Frequency Division Multiplexing) 変復調方式等のマルチキャリア変復調方式を採用する通信方法および通信装置に関するものである。

#### 【0002】

【従来の技術】以下、従来の通信方法について説明する。図14は、文献「小電力データ通信システム広帯域移動アクセスシステム (HiSWANa) 標準規格 (案) 第0.3版」電波産業会 (平成12年10月12日) に示されているOFDM変復調方式のスロット構成を示す図である。

【0003】図14において、1はパイロットサブキャリアであり、2はデータサブキャリアであり、3は1スロットである。図示のように、パイロットサブキャリア数およびパイロットサブキャリア電力は、各サブキャリアで同じである。

【0004】一般的に、広帯域信号を無線区間で伝送すると、受信波形は、周波数選択性フェージングの影響により歪む。そのため、OFDM変復調方式では、図14のように、送信シンボルにパイロットキャリアを挿入し、受信側においてパイロットキャリアを用いて伝搬路状況を推定し、受信波形の補償を行う。

#### 【0005】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、上記、従来の通信方法にあつては、すべてのサブキャリアにおいてパイロットサブキャリア数およびパイロットサブキャリア電力が同じであるため、周波数選択性フェージングの影響により十分な信号電力対雑音電力比 (SNR) が得られないサブキャリアが存在することがあり、その場合、伝搬路状況推定の精度が劣化し、受信波形の補償を十分に行えない、という問題があつた。

【0006】また、従来の通信方法にあつては、変調多値数の大きさに依存して副周波数選択性フェージング特性が劣化するので、OFDM変調方式において各サブキャリアの変調方式を適応的に変える場合、十分なSNRが得られないサブキャリアが存在することがあり、その場合、伝搬路状況推定の精度が劣化し、受信波形の補償を十分に行えない、という問題があつた。

【0007】また、十分な受信波形の補償を行うために必要な伝搬路状況推定の精度を実現するためには、パイロットキャリアのSNRの向上が必要である。しかしながら、従来の通信方法においては、パイロットキャリアのSNRを向上させるためにパイロットサブキャリア数

を増加させると、システムスループットが低下する、という問題があった。また、パイロットキャリアのSNRを向上させるためにパイロットサブキャリア電力を増加させると、送信電力効率が低下する、という問題があった。

【0008】この発明は、上記に鑑みてなされたものであって、OFDM変復調方式を採用する無線通信において、良好な伝搬路状況推定および十分な受信波形の補償を実現しつつ、システムスループットの向上および送信電力効率の向上を実現可能な通信方法および通信装置を得ることを目的とする。

【0009】

【課題を解決するための手段】上述した課題を解決し、目的を達成するために、本発明にかかる通信方法においては、マルチキャリア変復調方式を用いた通信において、変調方式、符号化率、情報伝送速度の中の少なくともいずれか1つをサブキャリア単位に適応的に変更する場合、各サブキャリアのパイロットサブキャリア数を、適用される変調方式、符号化率、情報伝送速度に応じて変更することと特徴とする。

【0010】つぎの発明にかかる通信方法においては、マルチキャリア変復調方式を用いた通信において、変調方式、符号化率、情報伝送速度の中の少なくともいずれか1つをサブキャリア単位に適応的に変更する場合、各サブキャリアのパイロットサブキャリア電力を、適用される変調方式、符号化率、情報伝送速度に応じて変更することと特徴とする。

【0011】つぎの発明にかかる通信方法においては、マルチキャリア変復調方式を用いた通信において、変調方式、符号化率、情報伝送速度の中の少なくともいずれか1つをサブキャリア単位に適応的に変更する場合、各サブキャリアのパイロットサブキャリアの数および電力を、適用される変調方式、符号化率、情報伝送速度に応じて変更することと特徴とする。

【0012】つぎの発明にかかる通信方法においては、マルチキャリア変復調方式を用いた通信において、変調方式、符号化率、情報伝送速度の中の少なくともいずれか1つをサブバンド単位に適応的に変更する場合、各サブバンドのパイロットサブキャリア数を、適用される変調方式、符号化率、情報伝送速度に応じて変更することと特徴とする。

【0013】つぎの発明にかかる通信方法においては、マルチキャリア変復調方式を用いた通信において、変調方式、符号化率、情報伝送速度の中の少なくともいずれか1つをサブバンド単位に適応的に変更する場合、各サブバンドのパイロットサブキャリア電力を、適用される変調方式、符号化率、情報伝送速度に応じて変更することと特徴とする。

【0014】つぎの発明にかかる通信方法においては、マルチキャリア変復調方式を用いた通信において、変調

方式、符号化率、情報伝送速度の中の少なくともいずれか1つをサブバンド単位に適応的に変更する場合、各サブバンドのパイロットサブキャリアの数および電力を、適用される変調方式、符号化率、情報伝送速度に応じて変更することと特徴とする。

【0015】つぎの発明にかかる通信方法においては、マルチキャリア変復調方式を用いた通信において、変調方式、符号化率、情報伝送速度の中の少なくともいずれか1つをスロット単位に適応的に変更する場合、各スロットのパイロットサブキャリア数を、適用される変調方式、符号化率、情報伝送速度に応じて変更することと特徴とする。

【0016】つぎの発明にかかる通信方法においては、マルチキャリア変復調方式を用いた通信において、変調方式、符号化率、情報伝送速度の中の少なくともいずれか1つをスロット単位に適応的に変更する場合、各スロットのパイロットサブキャリア電力を、適用される変調方式、符号化率、情報伝送速度に応じて変更することと特徴とする。

【0017】つぎの発明にかかる通信方法においては、マルチキャリア変復調方式を用いた通信において、変調方式、符号化率、情報伝送速度の中の少なくともいずれか1つをスロット単位に適応的に変更する場合、各スロットのパイロットサブキャリアの数および電力を、適用される変調方式、符号化率、情報伝送速度に応じて変更することと特徴とする。

【0018】つぎの発明にかかる通信方法においては、マルチキャリア変復調方式を用いた通信において、変調方式、符号化率、情報伝送速度の中の少なくともいずれか1つを複数スロット単位に適応的に変更する場合、当該複数スロット単位のパイロットサブキャリア数を、適用される変調方式、符号化率、情報伝送速度に応じて変更することと特徴とする。

【0019】つぎの発明にかかる通信方法においては、マルチキャリア変復調方式を用いた通信において、変調方式、符号化率、情報伝送速度の中の少なくともいずれか1つを複数スロット単位に適応的に変更する場合、当該複数スロット単位のパイロットサブキャリア電力を、適用される変調方式、符号化率、情報伝送速度に応じて変更することと特徴とする。

【0020】つぎの発明にかかる通信方法においては、マルチキャリア変復調方式を用いた通信において、変調方式、符号化率、情報伝送速度の中の少なくともいずれか1つを複数スロット単位に適応的に変更する場合、当該複数スロット単位のパイロットサブキャリアの数および電力を、適用される変調方式、符号化率、情報伝送速度に応じて変更することと特徴とする。

【0021】つぎの発明にかかる通信方法においては、マルチキャリア変復調方式を用いた通信において、変調方式、符号化率、情報伝送速度の中の少なくともいずれ

か1つをフレーム単位に適應的に変更する場合、各フレームのパイロットサブキャリア数を、適用される変調方式、符号化率、情報伝送速度に応じて変更することを特徴とする。

【0022】つぎの発明にかかる通信方法にあつては、マルチキャリア変復調方式を用いた通信において、変調方式、符号化率、情報伝送速度の中の少なくともいずれか1つをフレーム単位に適応的に変更する場合、各フレームのパイロットサブキャリア電力を、適用される変調方式、符号化率、情報伝送速度に応じて変更することを特徴とする。

【0023】つぎの発明にかかる通信方法にあっては、マルチキャリア変復調方式を用いた通信において、変調方式、符号化率、情報伝送速度の中の少なくともいずれか1つをフレーム単位に適応的に変更する場合、各フレームのパイロットサブキャリアの数および電力を、適用される変調方式、符号化率、情報伝送速度に応じて変更することを特徴とする。

【0024】つぎの発明にかかる通信方法にあつては、マルチキャリア変復調方式を用いた通信において、変調方式、符号化率、情報伝送速度の中の少なくともいずれか1つを複数フレーム単位に適応的に変更する場合、当該複数フレーム単位のパイロットサブキャリア数を、適用される変調方式、符号化率、情報伝送速度に応じて変更することを特徴とする。

【0025】つぎの発明にかかる通信方法にあつては、マルチキャリア変復調方式を用いた通信において、変調方式、符号化率、情報伝送速度の中の少なくともいずれか1つを複数フレーム単位に適応的に変更する場合、当該複数フレーム単位のパイロットサブキャリア電力を、適用される変調方式、符号化率、情報伝送速度に応じて変更することを特徴とする。

【0026】つぎの発明にかかる通信方法にあつては、マルチキャリア変復調方式を用いた通信において、変調方式、符号化率、情報伝送速度の中の少なくともいずれか1つを複数フレーム単位に適応的に変更する場合、当該複数フレーム単位のパイロットサブキャリアの数および電力を、適用される変調方式、符号化率、情報伝送速度に応じて変更することを特徴とする。

【0027】つぎの発明にかかる通信装置にあっては、マルチキャリア変復調方式を用いて通信を行う構成とし、変調方式、符号化率、情報伝送速度の中の少なくともいずれか1つをサブキャリア単位に適応的に変更する場合、各サブキャリアのパイロットサブキャリア数、適用される変調方式、符号化率、情報伝送速度に応じて変更することを特徴とする。

【００２８】つぎの発明にかかる通信装置にあっては、マルチキャリア変復調方式を用いて通信を行う構成とし、変調方式、符号化率、情報伝送速度の中の少なくともいずれか一つをサブキャリア単位に適応的に変更する

力を、適用される変調方式、符号化率、情報伝送速度に応じて変更することを特徴とする。

【0036】つぎの発明にかかる通信装置にあっては、マルチキャリア変復調方式を用いて通信を行う構成とし、変調方式、符号化率、情報伝送速度の中の少なくともいずれか1つを複数スロット単位に適応的に変更する場合、当該複数スロット単位のパイロットサブキャリア数を、適用される変調方式、符号化率、情報伝送速度に応じて変更することを特徴とする。

【0037】つぎの発明にかかる通信装置にあっては、マルチキャリア変復調方式を用いて通信を行う構成とし、変調方式、符号化率、情報伝送速度の中の少なくともいずれか1つを複数スロット単位に適応的に変更する場合、当該複数スロット単位のパイロットサブキャリア電力を、適用される変調方式、符号化率、情報伝送速度に応じて変更することを特徴とする。

【0038】つぎの発明にかかる通信装置にあっては、マルチキャリア変復調方式を用いて通信を行う構成とし、変調方式、符号化率、情報伝送速度の中の少なくともいずれか1つを複数スロット単位に適応的に変更する場合、当該複数スロット単位のパイロットサブキャリアの数および電力を、適用される変調方式、符号化率、情報伝送速度に応じて変更することを特徴とする。

【0039】つぎの発明にかかる通信装置にあっては、マルチキャリア変復調方式を用いて通信を行う構成とし、変調方式、符号化率、情報伝送速度の中の少なくともいずれか1つをフレーム単位に適応的に変更する場合、各フレームのパイロットサブキャリア数を、適用される変調方式、符号化率、情報伝送速度に応じて変更することを特徴とする。

【0040】つぎの発明にかかる通信装置にあっては、マルチキャリア変復調方式を用いて通信を行う構成とし、変調方式、符号化率、情報伝送速度の中の少なくともいずれか1つをフレーム単位に適応的に変更する場合、各フレームのパイロットサブキャリア電力を、適用される変調方式、符号化率、情報伝送速度に応じて変更することを特徴とする。

【0041】つぎの発明にかかる通信装置にあっては、マルチキャリア変復調方式を用いて通信を行う構成とし、変調方式、符号化率、情報伝送速度の中の少なくともいずれか1つをフレーム単位に適応的に変更する場合、各フレームのパイロットサブキャリアの数および電力を、適用される変調方式、符号化率、情報伝送速度に応じて変更することを特徴とする。

【0042】つぎの発明にかかる通信装置にあっては、マルチキャリア変復調方式を用いて通信を行う構成とし、変調方式、符号化率、情報伝送速度の中の少なくともいずれか1つを複数フレーム単位に適応的に変更する場合、当該複数フレーム単位のパイロットサブキャリア数を、適用される変調方式、符号化率、情報伝送速度に

応じて変更することを特徴とする。

【0043】つぎの発明にかかる通信装置にあっては、マルチキャリア変復調方式を用いて通信を行う構成とし、変調方式、符号化率、情報伝送速度の中の少なくともいずれか1つを複数フレーム単位に適応的に変更する場合、当該複数フレーム単位のパイロットサブキャリア電力を、適用される変調方式、符号化率、情報伝送速度に応じて変更することを特徴とする。

【0044】つぎの発明にかかる通信装置にあっては、マルチキャリア変復調方式を用いて通信を行う構成とし、変調方式、符号化率、情報伝送速度の中の少なくともいずれか1つを複数フレーム単位に適応的に変更する場合、当該複数フレーム単位のパイロットサブキャリアの数および電力を、適用される変調方式、符号化率、情報伝送速度に応じて変更することを特徴とする。

【0045】  
【発明の実施の形態】以下に、本発明にかかる通信方法の実施の形態を図面に基づいて詳細に説明する。なお、この実施の形態によりこの発明が限定されるものではない。

【0046】実施の形態1. 図1は、本発明にかかる通信装置の構成を示す図である。図1において、11は受信アンテナであり、12は伝送パラメータ推定部であり、13は復調部であり、14は伝搬路状況推定部であり、15は伝送パラメータ制御部であり、16は変調部であり、17は送信アンテナである。

【0047】上記通信装置における伝送パラメータ推定部12では、受信アンテナ11で受け取った信号から、各サブキャリアにおいて伝送に使われた変調方式のパラメータを推定（抽出）し、その抽出結果を復調部13に対して通知する。復調部13では、伝送パラメータ推定部12の抽出結果を用いて、受信アンテナ11で受け取った信号を復調する。伝搬路状況推定部14では、受信アンテナ11で受け取った信号から伝搬路状況を推定し、その推定結果を伝送パラメータ制御部15に対して通知する。伝送パラメータ制御部15では、伝搬路状況推定部14の推定結果を用いて、各サブキャリアで適用する変調方式の伝送パラメータを決定し、その決定結果を変調部16に対して通知する。変調部16では、伝送パラメータ制御部15の決定結果を用いて、情報データ系列を変調する。

【0048】このとき、変調部16では、以下に示す本実施の形態の通信方法に従って、パイロットシンボルを挿入する。

【0049】図2は、実施の形態1の通信方法で用いられるOFDM変復調方式のスロット構成を示す図である。図2において、1はパイロットサブキャリアであり、2はデータサブキャリアであり、3は1スロットである。なお、ここでは、各パイロットサブキャリアの電力が等しいものとする。



【0050】本実施の形態では、OFDM変復調方式において、各サブキャリアの変調方式を適応的に変更する場合、図2に示すように、各サブキャリアにおいて適用された変調方式に応じてパイロットサブキャリアの数を変更する。

【0051】たとえば、周波数が $f_1$ 、 $f_2$ 、 $f_3$ のサブキャリアに、それぞれBPSK変調方式、QPSK変調方式、16QAM変調方式が適用されている場合を一例として説明する。第1に、副周波数選択性フージング特性の良いBPSK変調方式が適用された周波数 $f_1$ のサブキャリアは、パイロットサブキャリア数を減らしても良好な伝搬路状況を推定できるので、パイロットサブキャリア数を減らす。第2に、QPSK変調方式等の変調多値数の小さな変調方式に比べ、副周波数選択性フージング特性の悪い16QAM変調方式等の変調多値数の大きな変調方式が適用された周波数 $f_3$ のサブキャリアは、パイロットサブキャリア数を増やすことでパイロットキャリアのSNRを向上させ、伝搬路状況推定精度を所望のレベルに保つ。

【0052】このように、本実施の形態では、サブキャリア毎にパイロットサブキャリアの数を可変とすることにより、パイロットシンボルのトータル数を少なくし、システムスループットを向上させる。なお、本実施の形態では、上記記載（BPSK等）の変調方式を適用することとしたが、これに限らず、任意とする。また、各サブキャリアのパイロットサブキャリア数についても、所望のシステムスループットが得られる範囲で任意とする。

【0053】以上、本実施の形態においては、OFDM変復調方式において、各サブキャリアの変調方式を適応的に変更する場合、サブキャリア単位に、すなわち、適用する変調方式に応じて、パイロットサブキャリアの数を可変にする。これにより、従来と比較して、システムスループットを大幅に向上させることができる。

【0054】実施の形態2。図3は、実施の形態2の通信方法で用いられるOFDM変復調方式のスロット構成を示す図である。図3において、4はパイロットサブキャリアであり、5はデータサブキャリアである。なお、通信装置の構成については、前述の実施の形態1の構成と同様であるため、同一の符号を付してその説明を省略する。また、ここでは、同一サブキャリアにおける各パイロットサブキャリアの電力が等しいものとする。また、各サブキャリアのパイロットサブキャリア数は等しいものとする。

【0055】本実施の形態では、OFDM変復調方式において、各サブキャリアの変調方式を適応的に変更する場合、図3に示すように、各サブキャリアにおいて適用された変調方式に応じてパイロットサブキャリア電力を変更する。なお、図3では、各パイロットサブキャリアの縦軸の長さで電力の大小を表現する。

【0056】たとえば、周波数が $f_1$ 、 $f_2$ 、 $f_3$ のサブキャリアに、それぞれBPSK変調方式、QPSK変調方式、16QAM変調方式が適用されている場合を一例として説明する。第1に、副周波数選択性フージング特性の良いBPSK変調方式が適用された周波数 $f_1$ のサブキャリアは、パイロットサブキャリア電力を減らしても高精度に伝搬路状況を推定できるので、パイロットサブキャリア電力を減らす。第2に、QPSK変調方式等の変調多値数の小さな変調方式に比べ、副周波数選択性フージング特性の悪い16QAM変調方式等の変調多値数の大きな変調方式が適用された周波数 $f_3$ のサブキャリアは、パイロットサブキャリア電力を増やすことでパイロットキャリアのSNRを向上させ、伝搬路状況推定精度を所望のレベルに保つ。

【0057】このように、本実施の形態では、サブキャリア毎にパイロットサブキャリアの電力を可変とすることにより、送信電力効率を向上させる。なお、本実施の形態では、上記記載の変調方式を適用することとしたが、これに限らず、任意とする。また、各サブキャリアのパイロットサブキャリア電力の大きさについても、所望の送信電力効率を得られる範囲で任意とする。

【0058】以上、本実施の形態においては、OFDM変復調方式において、各サブキャリアの変調方式を適応的に変更する場合、サブキャリア単位に、すなわち、適用する変調方式に応じて、パイロットサブキャリアの電力を可変にする。これにより、従来と比較して、送信電力効率を大幅に向上させることができる。

【0059】実施の形態3。図4は、実施の形態3の通信方法で用いられるOFDM変復調方式のスロット構成を示す図である。図4において、6はパイロットサブキャリアであり、7はデータサブキャリアである。なお、通信装置の構成については、前述の実施の形態1の構成と同様であるため、同一の符号を付してその説明を省略する。

【0060】本実施の形態では、OFDM変復調方式において、各サブキャリアの変調方式を適応的に変更する場合、図4に示すように、各サブキャリアにおいて適用された変調方式に応じて、パイロットサブキャリア数およびパイロットサブキャリア電力を変更する。なお、図4では、各パイロットサブキャリアの縦軸の長さで電力の大小を表現する。

【0061】たとえば、周波数が $f_1$ 、 $f_2$ 、 $f_3$ 、 $f_4$ のサブキャリアに、それぞれBPSK変調方式、QPSK変調方式、16QAM変調方式、64QAM変調方式が適用されている場合を一例として説明する。第1に、副周波数選択性フージング特性の最も良いBPSK変調方式が適用された周波数 $f_1$ のサブキャリアは、パイロットサブキャリア数およびパイロットサブキャリア電力を減らしても良好な伝搬路状況を推定できるので、パイロットサブキャリア数およびパイロットサブ

キャリア電力を減らす。第2に、副周波数選択性フェージング特性が2番目に良いQPSK変調方式が適用された周波数f2のサブキャリアは、パイロットサブキャリア数を減らしても良好な伝搬路状況を推定できるので、パイロットサブキャリア数を減らす。第3に、副周波数選択性フェージング特性が3番目に良い16QAM変調方式が適用された周波数f3のサブキャリアは、パイロットサブキャリア電力を増やすことでパイロットキャリアのSNRを向上させ、伝搬路状況推定精度を所望のレベルに保つ。第4に、副周波数選択性フェージング特性の最も悪い64QAM変調方式が適用された周波数f4のサブキャリアは、パイロットサブキャリア数を増やすことでパイロットキャリアのSNRを向上させ、伝搬路状況推定精度を所望のレベルに保つ。

【0062】このように、本実施の形態では、サブキャリア毎にパイロットサブキャリアの電力および数を可変とすることにより、システムスループットおよび送信電力効率を向上させる。なお、本実施の形態では、上記記載の変調方式を適用することとしたが、これに限らず、任意とする。また、各サブキャリアのパイロットサブキャリア電力の大きさ、および各サブキャリアのパイロットサブキャリア数についても、所望のシステムスループットおよび送信電力効率を得られる範囲で任意とする。

【0063】以上、本実施の形態においては、OFDM変復調方式において、各サブキャリアの変調方式を適応的に変更する場合、サブキャリア単位に、すなわち、適用する変調方式に応じて、パイロットサブキャリアの数および電力を可変にする。これにより、従来と比較して、システムスループットおよび送信電力効率を大幅に向上させることができる。

【0064】実施の形態4、図5は、実施の形態4の通信方法で用いられるOFDM変復調方式のスロット構成を示す図である。ここでは、各パイロットサブキャリアの電力が等しいものとする。

【0065】ここで、本実施の形態の通信装置の動作について説明する。なお、通信装置の構成については、前述の実施の形態1の構成と同様であるため、同一の符号を付してその説明を省略する。ここでは、動作の異なる伝送パラメータ推定部12、伝送パラメータ制御部15および変調部16について説明する。伝送パラメータ推定部12では、受信アンテナ11で受け取った信号から、各サブバンドにおいて伝送に使われた変調方式のパラメータを推定（抽出）し、その抽出結果を復調部13に対して通知する。伝送パラメータ制御部15では、伝搬路状況推定部14の推定結果を用いて、各サブバンドで適用する変調方式の伝送パラメータを決定し、その決定結果を変調部16に対して通知する。

【0066】そして、変調部16では、以下に示す本実施の形態の通信方法に従って、パイロットシンボルを挿入する。本実施の形態では、OFDM変復調方式にお

て、各サブバンドの変調方式を適応的に変更する場合、図5に示すように、各サブバンドにおいて適用された変調方式に応じてパイロットサブキャリアの数を変更する。

【0067】たとえば、周波数がf1とf2、f3とf4、f5とf6のサブバンドに、それぞれBPSK変調方式、QPSK変調方式、16QAM変調方式が適用されている場合を一例として説明する。第1に、副周波数選択性フェージング特性の良いBPSK変調方式が適用された周波数f1とf2のサブバンドは、パイロットサブキャリア数を減らしても良好な伝搬路状況を推定できるので、パイロットサブキャリア数を減らす。第2に、QPSK変調方式等の変調多値数の小さな変調方式に比べ、副周波数選択性フェージング特性の悪い16QAM変調方式等の変調多値数の大きな変調方式が適用された周波数f5とf6のサブバンドは、パイロットサブキャリア数を増やすことでパイロットキャリアのSNRを向上させ、伝搬路状況推定精度を所望のレベルに保つ。

【0068】このように、本実施の形態では、サブバンド毎にパイロットサブキャリアの数を可変とすることにより、パイロットシンボルのトータル数を少なくし、システムスループットを向上させる。なお、本実施の形態では、上記記載の変調方式を適用することとしたが、これに限らず、任意とする。また、各サブバンドのパイロットサブキャリア数についても、所望のシステムスループットが得られる範囲で任意とする。また、サブバンドの分け方についても、これに限らず、任意である。

【0069】以上、本実施の形態においては、OFDM変復調方式において、各サブバンドの変調方式を適応的に変更する場合、サブバンド単位に、すなわち、適用する変調方式に応じて、パイロットサブキャリアの数を可変にする。これにより、従来と比較して、システムスループットを大幅に向上させることができる。

【0070】実施の形態5、図6は、実施の形態5の通信方法で用いられるOFDM変復調方式のスロット構成を示す図である。なお、通信装置の構成については、前述の実施の形態4の構成と同様であるため、同一の符号を付してその説明を省略する。また、ここでは、同一サブバンドにおける各パイロットサブキャリアの電力が等しいものとする。また、各サブバンドのパイロットサブキャリア数は等しいものとする。

【0071】本実施の形態では、OFDM変復調方式において、各サブバンドの変調方式を適応的に変更する場合、図6に示すように、各サブバンドにおいて適用された変調方式に応じてパイロットサブキャリア電力を変更する。なお、図6では、各パイロットサブキャリアの縦軸の長さで電力の大小を表現する。

【0072】たとえば、周波数がf1とf2、f3とf4のサブバンドに、それぞれBPSK変調方式、16QAM変調方式が適用されている場合を一例として説明す

る。第1に、耐周波数選択性フェージング特性の良いBPSK変調方式が適用された周波数f1とf2のサブバンドは、パイロットサブキャリア電力を減らすことも良好な伝搬路状況を推定できるので、パイロットサブキャリア電力を減らす。第2に、耐周波数選択性フェージング特性の悪い16QAM変調方式等の変調多値数の大きな変調方式が適用された周波数f3とf4のサブバンドは、パイロットサブキャリア電力を増やすことでパイロットキャリアのSNRを向上させ、伝搬路状況推定精度を所望のレベルに保つ。

【0073】このように、本実施の形態では、サブバンド毎にパイロットサブキャリアの電力を可変とすることにより、送信電力効率を向上させる。なお、本実施の形態では、上記記載の変調方式を適用することとしたが、これに限らず、任意とする。また、各サブバンドのパイロットサブキャリア電力の大きさについても、所望の送信電力効率を得られる範囲で任意とする。

【0074】以上、本実施の形態においては、OFDM変調方式において、各サブバンドの変調方式を適応的に変更する場合、サブバンド単位に、すなわち、適用する変調方式に応じて、パイロットサブキャリアの電力を可変にする。これにより、従来と比較して、送信電力効率を大幅に向上させることができる。

【0075】実施の形態6、図7は、実施の形態6の通信方法で用いられるOFDM変調方式のスロット構成を示す図である。なお、通信装置の構成については、前述の実施の形態4の構成と同様であるため、同一の符号を付してその説明を省略する。

【0076】本実施の形態では、OFDM変調方式において、各サブバンドの変調方式を適応的に変更する場合、図7に示すように、各サブバンドにおいて適用された変調方式に応じて、パイロットサブキャリア数およびパイロットサブキャリア電力を変更する。なお、図7では、各パイロットサブキャリアの縦軸の長さで電力の大きさを表現する。

【0077】たとえば、周波数がf1とf2、f3とf4、f5とf6のサブバンドに、それぞれBPSK変調方式、16QAM変調方式、64QAM変調方式が適用されている場合を一例として説明する。第1に、耐周波数選択性フェージング特性の最も良いBPSK変調方式が適用された周波数f1とf2のサブバンドは、パイロットサブキャリア数およびパイロットサブキャリア電力を減らすことも良好な伝搬路状況を推定できるので、パイロットサブキャリア数およびパイロットサブキャリア電力を減らす。第2に、耐周波数選択性フェージング特性が2番目に良い16QAM変調方式が適用された周波数f3とf4のサブバンドは、パイロットサブキャリア電力を増やすことでパイロットキャリアのSNRを向上させ、伝搬路状況推定精度を所望のレベルに保つ。第3に、耐周波数選択性フェージング特性の最も悪い64Q

AM変調方式が適用された周波数f5とf6のサブバンドは、パイロットサブキャリア数を増やすことでパイロットキャリアのSNRを向上させ、伝搬路状況推定精度を所望のレベルに保つ。

【0078】このように、本実施の形態では、サブバンド毎にパイロットサブキャリアの電力および数を可変とすることにより、システムスループットおよび送信電力効率を向上させる。なお、本実施の形態では、上記記載の変調方式を適用することとしたが、これに限らず、任意とする。また、各サブバンドのパイロットサブキャリア電力の大きさおよび各サブバンドのパイロットサブキャリア数についても、所望のシステムスループットおよび送信電力効率を得られる範囲で任意とする。

【0079】以上、本実施の形態においては、OFDM変調方式において、各サブバンドの変調方式を適応的に変更する場合、サブバンド単位に、すなわち、適用する変調方式に応じて、パイロットサブキャリアの数および電力を可変にする。これにより、従来と比較して、システムスループットおよび送信電力効率を大幅に向上させることができる。

【0080】実施の形態7、図8は、実施の形態7の通信方法で用いられるOFDM変調方式のスロット構成を示す図である。なお、ここでは、各パイロットサブキャリアの電力が等しいものとする。

【0081】ここで、本実施の形態の通信装置の動作について説明する。なお、通信装置の構成については、前述の実施の形態1の構成と同様であるため、同一の符号を付してその説明を省略する。ここでは、動作の異なる伝送パラメータ推定部12および伝送パラメータ制御部15について説明する。伝送パラメータ推定部12では、受信アンテナ11で受け取った信号から、各スロットにおいて伝送に使われた変調方式のパラメータを推定（抽出）し、その抽出結果を復調部13に対して通知する。伝送パラメータ制御部15では、伝搬路状況推定部14の推定結果を用いて、各スロットで適用する変調方式の伝送パラメータを決定し、その決定結果を変調部16に対して通知する。

【0082】そして、変調部16では、以下に示す本実施の形態の通信方法に従って、パイロットシンボルを挿入する。本実施の形態では、OFDM変調方式において、各スロットの変調方式を適応的に変更する場合、各スロットにおいて適用された変調方式に応じてパイロットサブキャリアの数を変更する。

【0083】たとえば、時間が $t_1 \sim t_n$ 、 $t_{(n+1)} \sim t_{(2n)}$ のスロットに、それぞれBPSK変調方式、16QAM変調方式が適用されている場合を一例として説明する。第1に、耐周波数選択性フェージング特性の良いBPSK変調方式が適用された時間 $t_1 \sim t_n$ のスロットは、パイロットサブキャリア数を減らすことも良好な伝搬路状況を推定できるので、パイロットサブ

キャリア数を減らす。第2に、副周波数選択性フェージング特性の悪い16QAM変調方式等の変調多値数の大きな変調方式が適用された時間 $t(n+1) \sim t(2n)$ のスロットは、パイロットサブキャリア数を増やすことでパイロットキャリアのSNRを向上させ、伝搬路状況推定精度を所望のレベルに保つ。

【0084】このように、本実施の形態では、スロット毎にパイロットサブキャリアの数を可変することにより、パイロットシンボルのトータル数を少なくし、システムスループットを向上させる。なお、本実施の形態では、上記記載の変調方式を適用することとしたが、これに限らず、任意とする。また、各スロットのパイロットサブキャリア数についても、所望のシステムスループットが得られる範囲で任意とする。また、本実施の形態では、スロット毎にパイロットサブキャリアの数を変更したが、これに限らず、たとえば、複数スロット単位に、フレーム単位に、または複数フレーム単位に、パイロットサブキャリアの数を変更してもよい。

【0085】以上、本実施の形態においては、OFDM変調方式において、各スロットの変調方式を適応的に変更する場合、スロット単位に、すなわち、適用する変調方式に応じて、パイロットサブキャリアの数を可変にする。これにより、従来と比較して、システムスループットを大幅に向上させることができる。

【0086】実施の形態8。図9は、実施の形態8の通信方法で用いられるOFDM変調方式のスロット構成を示す図である。なお、通信装置の構成については、前述の実施の形態7の構成と同様であるため、同一の符号を付してその説明を省略する。また、ここでは、同一スロットにおける各パイロットサブキャリアの電力が等しいものとする。また、各スロットのパイロットサブキャリア数は等しいものとする。

【0087】本実施の形態では、OFDM変調方式において、各スロットの変調方式を適応的に変更する場合、各スロットにおいて適用された変調方式に応じてパイロットサブキャリア電力を変更する。なお、図9では、各パイロットサブキャリアの縦軸の長さで電力の大小を表現する。

【0088】たとえば、時間が $t1 \sim t(n)$ 、 $t(n+1) \sim t(2n)$ のスロットに、それぞれBPSK変調方式、16QAM変調方式が適用されている場合を一例として説明する。第1に、副周波数選択性フェージング特性の良いBPSK変調方式が適用された時間 $t1 \sim t(n)$ のスロットは、パイロットサブキャリア電力を減らしても良好な伝搬路状況を推定できるので、パイロットサブキャリア電力を減らす。第2に、副周波数選択性フェージング特性の悪い16QAM変調方式等の変調多値数の大きな変調方式が適用された時間 $t(n+1) \sim t(2n)$ のスロットは、パイロットサブキャリア電力を増やすことでパイロットキャリアのSNRを向上させ、

伝搬路状況推定精度を所望のレベルに保つ。

【0089】このように、本実施の形態では、スロット毎にパイロットサブキャリアの電力を可変することにより、送信電力効率を向上させる。なお、本実施の形態では、上記記載の変調方式を適用することとしたが、これに限らず、任意とする。また、各スロットのパイロットサブキャリア電力の大きさについても、所望の送信電力効率が得られる範囲で任意とする。また、本実施の形態では、スロット毎にパイロットサブキャリアの電力を変更したが、これに限らず、たとえば、複数スロット単位に、フレーム単位に、または複数フレーム単位に、パイロットサブキャリアの電力を変更してもよい。

【0090】以上、本実施の形態においては、OFDM変調方式において、各スロットの変調方式を適応的に変更する場合、スロット単位に、すなわち、適用する変調方式に応じて、パイロットサブキャリアの電力を可変にする。これにより、従来と比較して、送信電力効率を大幅に向上させることができる。

【0091】実施の形態9。図10は、実施の形態9の通信方法で用いられるOFDM変調方式のスロット構成を示す図である。なお、通信装置の構成については、前述の実施の形態7の構成と同様であるため、同一の符号を付してその説明を省略する。

【0092】本実施の形態では、OFDM変調方式において、各スロットの変調方式を適応的に変更する場合、各スロットにおいて適用された変調方式に応じて、パイロットサブキャリア数およびパイロットサブキャリア電力を変更する。なお、図10では、各パイロットサブキャリアの縦軸の長さで電力の大小を表現する。

【0093】たとえば、時間が $t1 \sim t(n)$ 、 $t(n+1) \sim t(2n)$ 、 $t(2n+1) \sim t(3n)$ のスロットに、それぞれBPSK変調方式、16QAM変調方式、64QAM変調方式が適用されている場合を一例として説明する。第1に、副周波数選択性フェージング特性の最も良いBPSK変調方式が適用された時間 $t1 \sim t(n)$ のスロットは、パイロットサブキャリア数およびパイロットサブキャリア電力を減らしても良好な伝搬路状況を推定できるので、パイロットサブキャリア数およびパイロットサブキャリア電力を減らす。第2に、副周波数選択性フェージング特性が2番目に良い16QAM変調方式が適用された時間 $t(n+1) \sim t(2n)$ のスロットは、パイロットサブキャリア電力を増やすことでパイロットキャリアのSNRを向上させ、伝搬路状況推定精度を所望のレベルに保つ。第3に、副周波数選択性フェージング特性の最も悪い64QAM変調方式が適用された時間 $t(2n+1) \sim t(3n)$ のスロットは、パイロットサブキャリア数を増やすことでパイロットキャリアのSNRを向上させ、伝搬路状況推定精度を所望のレベルに保つ。

【0094】このように、本実施の形態では、スロット

毎にパイロットサブキャリアの電力および数を可変とすることにより、システムスループットおよび送信電力効率を向上させる。なお、本実施の形態では、上記記載の変調方式を適用することとしたが、これに限らず、任意とする。また、各スロットのパイロットサブキャリア電力の大きさ、および各スロットのパイロットサブキャリア数についても、所望のシステムスループットおよび送信電力効率を得られる範囲で任意とする。また、本実施の形態では、スロット毎にパイロットサブキャリアの電力および数を変更したが、これに限らず、たとえば、複数スロット単位に、フレーム単位に、または複数フレーム単位に、パイロットサブキャリアの電力および数を変更してもよい。

【0095】以上、本実施の形態においては、OFDM変調方式において、各スロットの変調方式を適応的に変更する場合、スロット単位に、すなわち、適用する変調方式に応じて、パイロットサブキャリアの数および電力を可変にする。これにより、従来と比較して、システムスループットおよび送信電力効率を大幅に向上させることができる。

【0096】なお、上記実施の形態1～9では、OFDM変調方式において可変にするパラメータを変調方式として説明したが、これに限らず、たとえば、変調方式、符号化率、情報伝送速度の中の一つもしくはそれ以上を可変にした場合であっても、同様の効果を得ることができる。

【0097】また、上記実施の形態1～9では、図1に示す通信装置を用いて、本発明の特徴となる変調部16の動作について説明したが、通信装置の全体構成については、たとえば、図11、図12、図13のいずれを用いることとしてもよい。ただし、変調部16については、上記各実施の形態と同様に動作する。

【0098】以下、図11～図13において、図1と異なる動作について説明する。たとえば、図11においては、伝搬路状況推定部14では、受信アンテナ11で受け取った信号から伝搬路状況を推定し、その推定結果を変調部16に対して通知する。伝搬路状況推定部14aでは、受信アンテナ11で受け取った信号から逆回線の伝搬路状況を推定し、その推定結果を送信パラメータ制御部15に対して通知する。伝送パラメータ制御部15では、伝搬路状況推定部14aの推定結果を用いて、各サブキャリア（サブバンド、またはスロット）で適用する変調方式（符号化率、情報伝送速度等）のパラメータを決定し、その決定結果を変調部16に対して通知する。変調部16では、伝送パラメータ制御部15の決定結果を用いて、情報データ系列および伝搬路状況推定部14からの情報を変調する。

【0099】また、図12において、伝搬路状況推定部14では、受信アンテナ11で受け取った信号から伝搬路状況を推定し、その推定結果を送信パラメータ選択部

21に対して通知する。伝送パラメータ選択部21では、伝搬路状況推定部14の推定結果を用いて、相手側が次の送信時に用いる変調方式等のパラメータを変調部16に対して通知する。伝送パラメータ推定部12aでは、受信アンテナ11で受け取った信号から、相手側から通知された変調方式等のパラメータを推定し、その推定結果を変調部16に対して通知する。変調部16では、伝送パラメータ推定部12aの推定結果を用いて、情報データ系列および伝送パラメータ選択部21からの情報を変調する。

【0100】また、図13において、伝搬路状況推定部14では、受信アンテナ11で受け取った信号から伝搬路状況を推定し、その推定結果を送信パラメータ選択部21に対して通知する。伝送パラメータ選択部21では、伝搬路状況推定部14の推定結果を用いて、相手側が次の送信時に用いる変調方式等のパラメータを送信パラメータ記憶部31と変調部16に対して通知する。伝送パラメータ記憶部31では、伝送パラメータ選択部21からの情報を記憶し、その内容を次の復調時に復調部13に対して通知する。復調部13では、伝送パラメータ記憶部31からの情報を用いて、受信アンテナ11で受け取った信号を復調する。伝送パラメータ推定部12aでは、受信アンテナ11で受け取った信号から、相手側から通知された変調方式等のパラメータを推定し、その推定結果を変調部16に対して通知する。変調部16では、伝送パラメータ推定部12aからの情報を用いて、情報データ系列および伝送パラメータ選択部21からの情報を変調する。

【0101】

【発明の効果】以上、説明したとおり、本発明によれば、OFDM変調方式において、たとえば、変調方式をサブキャリア単位に適応的に変更する場合、サブキャリア単位に適用する変調方式に応じて、パイロットサブキャリアの数を可変にすることができる、という効果を奏する。

【0102】つぎの発明によれば、OFDM変調方式において、たとえば、変調方式をサブキャリア単位に適応的に変更する場合、サブキャリア単位に適用する変調方式に応じて、パイロットサブキャリアの電力を可変にする。これにより、従来と比較して、送信電力効率を大幅に向上させることができる、という効果を奏する。

【0103】つぎの発明によれば、OFDM変調方式において、たとえば、変調方式をサブキャリア単位に適応的に変更する場合、サブキャリア単位に適用する変調方式に応じて、パイロットサブキャリアの数および電力を可変にする。これにより、従来と比較して、システムスループットおよび送信電力効率を大幅に向上させることができる、という効果を奏する。

【0104】つぎの発明によれば、OFDM変調方式





に変更する場合、変調部では、フレーム単位に適用する変調方式に応じて、パイロットサブキャリアの数および電力を可変にする。これにより、従来と比較して、システムスループットおよび送信電力効率を大幅に向上させることが可能な通信装置を得ることができる、という効果奏する。

【0134】 つぎの発明によれば、OFDM変復調方式において、たとえば、変調方式を複数フレーム単位に適用する場合、変調部では、複数フレーム単位に適用する変調方式に応じて、パイロットサブキャリアの数を可変にする。これにより、従来と比較して、システムスループットを大幅に向上させることが可能な通信装置を得ることができる、という効果奏する。

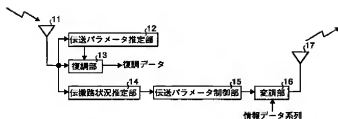
【0135】 つぎの発明によれば、OFDM変復調方式において、たとえば、変調方式を複数フレーム単位に適用する場合、変調部では、複数フレーム単位に適用する変調方式に応じて、パイロットサブキャリアの電力を可変にする。これにより、従来と比較して、送信電力効率を大幅に向上させることが可能な通信装置を得ることができる、という効果奏する。

【0136】 つぎの発明によれば、OFDM変復調方式において、たとえば、変調方式を複数フレーム単位に適用する場合、変調部では、複数フレーム単位に適用する変調方式に応じて、パイロットサブキャリアの数および電力を可変にする。これにより、従来と比較して、システムスループットおよび送信電力効率を大幅に向上させることが可能な通信装置を得ることができる、という効果奏する。

【図面の簡単な説明】

【図1】 本発明にかかる通信装置の構成を示す図である。

【図1】



【図2】 実施の形態1の通信方法で用いられるOFDM変復調方式のスロット構成を示す図である。

【図3】 実施の形態2の通信方法で用いられるOFDM変復調方式のスロット構成を示す図である。

【図4】 実施の形態3の通信方法で用いられるOFDM変復調方式のスロット構成を示す図である。

【図5】 実施の形態4の通信方法で用いられるOFDM変復調方式のスロット構成を示す図である。

【図6】 実施の形態5の通信方法で用いられるOFDM変復調方式のスロット構成を示す図である。

【図7】 実施の形態6の通信方法で用いられるOFDM変復調方式のスロット構成を示す図である。

【図8】 実施の形態7の通信方法で用いられるOFDM変復調方式のスロット構成を示す図である。

【図9】 実施の形態8の通信方法で用いられるOFDM変復調方式のスロット構成を示す図である。

【図10】 実施の形態9の通信方法で用いられるOFDM変復調方式のスロット構成を示す図である。

【図11】 本発明にかかる通信装置の別構成を示す図である。

【図12】 本発明にかかる通信装置の別構成を示す図である。

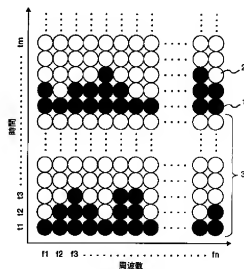
【図13】 本発明にかかる通信装置の別構成を示す図である。

【図14】 従来のスロット構成を示す図である。

【符号の説明】

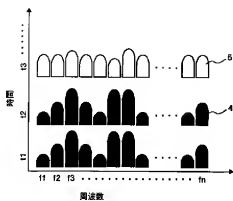
1, 4, 6 パイロットサブキャリア、2, 5, 7 データサブキャリア、3 1スロット、11 受信アンテナ、12 伝送パラメータ推定部、13 復調部、14 伝搬路状況推定部、15 伝送パラメータ制御部、16 変調部、17 送信アンテナ。

【図2】

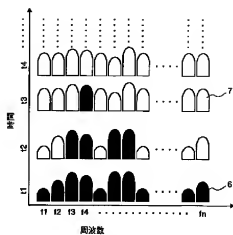




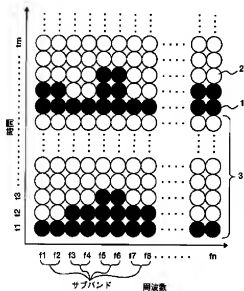
【図 3】



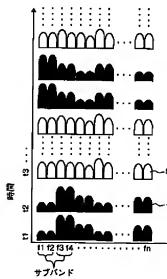
【図 4】



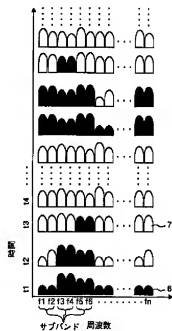
【図 5】



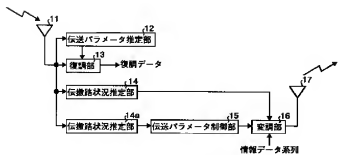
【図 6】



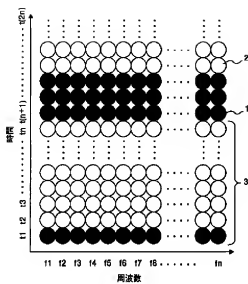
【図 7】



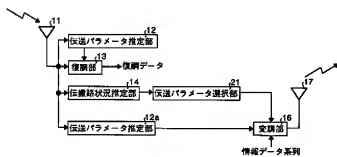
【図 11】



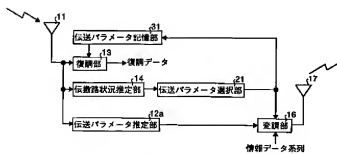
【図8】



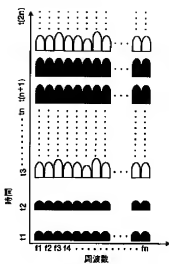
【図12】



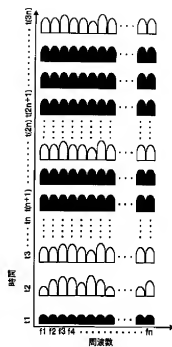
【図13】



【図9】



【図10】



【図14】

